

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-247824

(43)Date of publication of application : 05.09.2003

(51)Int.Cl.

G01C 3/06

G01B 11/00

G01B 11/24

G06T 1/00

G06T 7/60

(21)Application number : 2002-045967

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 22.02.2002

(72)Inventor : TAKAHASHI HIROSHI

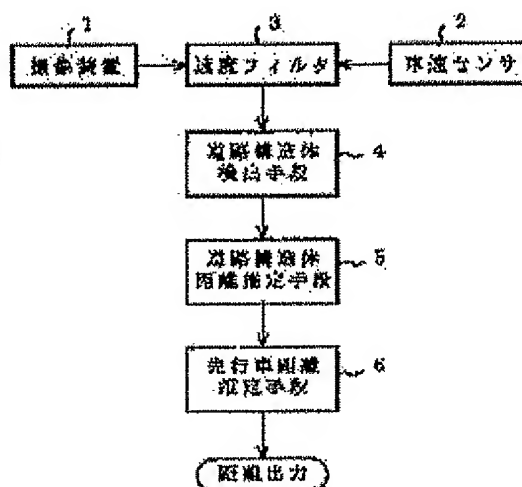
(54) ON-VEHICLE RANGE FINDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an on-vehicle range finder that can accurately measure the distance to an object even when the attitude of its own vehicle changes although the measured value of the distance measured by the conventional monocular distance measurement changes when the angle of the vehicle from the horizontal direction changes due to pitching.

SOLUTION: This on-vehicle range finder is provided with a distance estimating means 5 which estimates the distance to a structure built beside a road in the vicinity of an object (for example, a preceding vehicle) based on the changing visible appearance of the structure (the changing size of the picture of the structure as the vehicle approaches the structure) by not aiming at the position of the object itself in a picked-up image, but at the structure, at the time of estimating the distance to the object in the image and estimates the distance to the object on the basis of the location of the structure.

(図1)



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3747863

[Date of registration] 09.12.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]****[Field of the Invention]** This invention relates to the distance measuring equipment for mount.**[0002]****[Description of the Prior Art]** The approach of ranging using the parallax when picturizing the same body with two or more cameras using the stereoscopic camera which consists of two or more cameras as the technique of measuring distance using the image picturized with the camera of an electronic formula is common. As an approach of on the other hand calculating the distance of the body in the image pick-up image obtained with one camera (it is hereafter described as an ocellus camera) The distance l , the die-length; for example, number of pixels, between the above-mentioned segment and the datum line, of the segment which connected the objective characteristic location (for example, road installation side of the tire behind [two] the car reflected in the image) within the image pick-up image, and the datum line in an image pick-up screen (for example; lower part horizontal line of an image) is measured from an image. There is the approach of converting the above-mentioned distance l into the distance d to a spatial camera and a body at a meaning using the fixed parameter determined geometrically from the field angle and camera installation location of a camera. Since structure is easy a camera at one and the approach using such an ocellus camera does not have more amounts of computations than the approach of using the aforementioned stereoscopic camera, either, it has the description of being simple.**[0003]****[Problem(s) to be Solved by the Invention]** Since the ranging approach using the above ocellus cameras essentially has composition which calculates distance from the physical relationship of the body projected into the flat surface by making three-dimension information into two-dimensional information, if the geometric parameter which will be the requisite for calculating distance changes, it has the problem that the value of ranging changes a lot. Since a geometrical parameter changes with behavior change of a car a lot in the distance measuring equipment for mount especially, effect is large. For example, on an image side, since car anterior part will turn to the upper part if a self-car accelerates, even if the location of a precedence vehicle and a self-car does not change, in order that a precedence vehicle may move caudad, distance becomes short seemingly. On the contrary, if a self-car applies brakes, since car anterior part will sink, visually, it will move to the screen upper part and, as for a distant precedence vehicle, a twist will also actually presume distance far away. Thus, when the include angle to the horizontal direction of a self-car changed with pitching, there was a problem that the measurement value of distance will change.**[0004]** This invention is made in order to solve the problem of the conventional technique like the above, and even if there is posture change of a car, it aims at offering the distance measuring equipment for mount which can measure distance correctly.**[0005]****[Means for Solving the Problem]** In order to attain the above-mentioned purpose, it constitutes so that this invention may be indicated to a claim. In claim 1, namely, within the image pick-up

means of the ocellus carried in the car, the speed sensor which detects the vehicle speed of a self-car, and the image obtained by said image pick-up means A structure distance presumption means to presume the distance from said image pick-up means to said structure based on a structure detection means to detect the structure fixed near the road, and the condition of image change of said structure and the vehicle speed of said self-car, It constitutes so that it may have an object distance presumption means to presume the distance from said image pick-up means to said body based on the physical relationship on the image of the body which exists in a transit on the street, and said structure on an image.

[0006] Moreover, like, said structure detection means sets up the field expected that said structure exists within the image according to claim 2 obtained with said image pick-up means, and it constitutes it so that the passing speed on a screen may presume the body of the predetermined range to be the structure fixed near the road and may detect it in the field.

[0007] To claim 3, like a publication moreover, said structure distance presumption means It asks for the subtraction image of two or more images serially picturized at intervals of predetermined time from the image obtained by said image pick-up means. The time difference of the subtraction image at the time of carrying out sequential change of the time difference between two images at the time of asking for a subtraction image, and the subtraction image of said structure appearing on an image, Based on change of the magnitude per unit time amount of the subtraction image in that case, and the vehicle speed of a self-car, it constitutes so that the distance from said image pick-up means to said structure may be presumed.

[0008] Moreover, it constitutes so that the distance from said image pick-up means to said body may be presumed by subtracting and adding the distance of said body and structure in the distance from said image pick-up means which presumed the distance of said body and said structure from the physical relationship of the body according to claim 4 with which said object distance presumption means was detected on the image like, and said structure, and was presumed with said structure distance presumption means to said structure.

[0009]

[Effect of the Invention] In case the distance to the body in the picturized image (for example, precedence vehicle) is presumed according to invention of claim 1 Its attention is paid to the structure near [instead of the location in an image of the body itself /near the body] the road. It constitutes so that the structure may be visible, distance may be presumed based on change (change of the magnitude of a picture in case the structure approaches a self-car) of the direction and the distance to the target body may be presumed on the basis of the location of the structure. Therefore, it cannot be concerned with posture change of pitching of a car etc., but distance can be measured with a sufficient precision. In addition, there is the description that the reference object for ranging can be discovered with a sufficient precision, by it not only paying its attention to change of the magnitude of the image in the image of the body which approaches, but having used the road structures which are standing it still near the road as the body, such as a streetlight and a delineator.

[0010] In claim 2, by setting up the field expected that the structure exists within the image obtained with the image pick-up means, since the passing speed on a screen presumes the body (for example, it approaches at the same rate as a self-car) of the predetermined range to be the structure fixed near the road in the field, it can be easy and the structure can be detected certainly, and the amount of operations can be lessened.

[0011] Moreover, in claim 3, since change of the magnitude of a subtraction image is not influenced by the posture of a car, it cannot be concerned with posture change of pitching of a car etc., but can measure distance with a sufficient precision.

[0012] Moreover, in claim 4, since the distance to bodies, such as a precedence vehicle, is presumed on the basis of the distance to the structure detected correctly, it cannot be concerned with posture change of pitching of a car etc., but distance can be measured with a sufficient precision.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the block diagram showing one example of this invention. In drawing 1, image pick-up equipment 1 is carried in a car, and picturizes the image

ahead of a car. A speed sensor 2 measures the vehicle speed of a self-car, and is a wheel speed pulse meter. Moreover, a velocity filter 3, the road structure detection means 4, the road structure distance presumption means 5, and the precedence vehicle distance presumption means 6 consist of a microcomputer and its attached component. In addition, about the above-mentioned detail of 3-6, it mentions later.

[0014] Generally as an image pickup device used as image pick-up equipment 1, CCD etc. is known. Although CCD may be used in this invention, if it can do, the high-speed imager whose imaging time per frame is about 1ms is suitable. As a high-speed imager, there is equipment indicated by "Komuro **, Shinsuke Suzuki, the Ishii **, a Masatoshi Ishikawa "design of super parallel and ultra high-speed vision chip using general-purpose processing element" Institute of Electronics, Information and Communication Engineers paper magazine, Vol.J81-D-1, No2, pp.70-76, and 1998", for example. By using such a high-speed imager, a body with a quick motion can also be picturized correctly. The picture signal acquired from such image pick-up equipment 1 is inputted into a velocity filter 2.

[0015] Hereafter, a velocity filter 2 is explained. In addition, about the technique of a velocity filter, these people have already applied (application for patent No. 236595 [2001 to]). Fundamentally, a velocity filter 2 is a means to perform time subtraction-image processing, and since the self-vehicle speed is the need when using this, it inputs the self-vehicle speed from a speed sensor 3 (for example, wheel speed pulse meter). In image pick-up equipment 1, one frame presupposes that it can picturize in 1ms temporarily, and inputs many frame images for every ms. At this time, the frame image of time of day t_0 is set to $F(t_0)$, and the frame image of 1ms ago is expressed as $F(t_0-1)$. Therefore, the frame image in front of Nms can be expressed with $F(t_0-N)$ from the frame of t_0 . At this time, as for the bodies (for example, other car where it is moving at the rate of same extent as a self-car) which carry out quiescence or the motion carried out slowly on an image, $F(t_0)$ or $F(t_0-1)$ also exists in the almost same location on an image. therefore, the difference of $F(t_0)-F(t_0-1)$ — since it is in the almost same location when an image processing is performed, an image does not remain in a subtraction image. however, if it is made $F(t_0)-F(t_0-N)$ using sufficiently big N, objective locations differ in both frames — since will come out and I will be — difference — even if it carries out an image processing, an objective image appears. Thus, the body which is moving above the speed which it is on an image can be displayed in a subtraction image by taking Above N suitably. carrying out the sweep of the N from 1 to a predetermined value here — difference — the passing speed on the image of the body which began to appear in the processing image can be presumed by N when beginning to be visible. Thus, by using a velocity filter 2, the body which has the passing speed of arbitration within an image can be detected, and a body with the big passing speed within an image and a body with small passing speed can be distinguished.

[0016] Next, the principle of distance presumption to the road structure in this invention is explained. According to migration of a self-car, the road structures which are standing it still to a path on the street, such as an electric light and an indicator, approach at the rate of a self-car equivalent on an image. Although, as for a nearby body, the profile etc. generally becomes large rapidly by approach when premised on a straight-line road, as for a distant body, a body profile does not become large rapidly with approach. That is, the speed (ds/dt) to which a profile will become large for every unit time amount if whenever [self-vehicle speed] is set to V and the candidate for detection path on the street is limited to a quiescence object (it moves on an image) is $ds/dt=G(N, V, d)$. — (several 1)

It is come out and expressed. However, d is the distance between a quiescence object and a camera. Although this change is geometrically expressed as a hyperbola, it increases serially the frame which carries out difference in said velocity filter, and observes from the subtraction image of what frame an image appears. At this time, it is calculated as look like [a quiescence object and speed V by which the distance d and the vehicle between cameras approach a quiescence object] by the subtraction image of what frame it begin to be visible.

[0017] Here, as point ** of distance d being included was carried out, since change of magnitude is small, a distant body is a low rate (N is large) equivalent, and an image appears. On the other hand, if distance d is near, change of magnitude will be large and a body will appear in a

subtraction image among few frames (N is smallness). The above relation is shown in drawing 2. It is magnitude change when dS/dt carrying out the sweep of the N and starting being visible in the aforementioned (several 1) formula, if it considered as the premise that it is what an object is the road structure and is standing it still and it was understood here, and this is the known amount which can be measured from an image. Since the above-mentioned formula is geometrically set as a meaning, d is calculable if dS/dt , and N and V are known. That is, $d = H [N, V] (dS/dt)$ — (several 2)

It can compute by carrying out and distance d can be presumed.

[0018] In this invention, the field (detail after-mentioned) expected that the road structure exists on a screen is set up, passing speed presumes the body of the predetermined range (for example, the rate at which a self-car approaches the structure: equivalent to the self-vehicle speed, since an object is an anchorage) to be the road structure (structure of the immobilization which exists near the road) in the field, and the distance d to the road structure is presumed by the aforementioned approach. And by asking for spacing d' of the precedence vehicles (or the other bodies: obstruction etc.) and the road structure which were detected on the screen on an image, and adding or subtracting in the above-mentioned distance d (it subtracting, if precedence vehicles are them from the road structure and it is addition and this side), it constitutes so that the distance ($d*d'$) from a self-car to a precedence vehicle may be found.

[0019] As mentioned above, since the estimate of the distance to the road structure is based on a time change of the magnitude (for example, the vertical die length: pixel value) of the road structure, even if a car pitches, it is seldom influenced. And since the distance from there to a precedence vehicle is presumed on a screen on the basis of the estimate, it becomes possible to be stabilized and to presume the distance to a precedence vehicle. Therefore, an always exact distance can be presumed like the distance only found using the fixed parameter determined geometrically from the field angle and camera installation location of a camera like before, without being influenced by pitching of a car.

[0020] Drawing 3 is a flow chart which shows the above-mentioned data processing. In drawing 3, a front road situation is first picturized at step S1. This image pick-up image is set to $F(t_0)$. At step S2, only 1 unit time amount is returned, and the past image pick-up screen is carried out to from $F(t_0-1)$ to $F(t_0-N)$, and is accumulated. Restore $F(t_0)$ in the last cycle before an image pick-up as $F(t_0-1)$ at step S1, and namely, $F(t_0-N)$ in the last cycle it is canceled after the image pick-up in the step of step S1, and the image which was $F(t_0-N+1)$ is accumulated as $F(t_0-N)$ after the image pick-up of step S1 before an image pick-up.

[0021] At step S3, mask processing for detecting the road structure is performed. That is, it leaves only the field expected that the road structure exists on a screen as a road structure detection field. This field is upper fields which show the both ends of a road, such as a white line and a slot, as shown in drawing 4.

[0022] step S4 — difference — spacing is changed and a subtraction image is observed. concrete — difference — in the image pick-up image accumulated by n , then step S2 in spacing, $\Delta F_n(t_0) = F(t_0) - F(t_0-n)$ is calculated. however, $n = N$ — receiving — a sufficiently small value — it is — n — difference — spacing is supported. In step S4, the sweep of the n is gradually carried out to a big value from a small value, and it observes whether an objective picture appears in a subtraction image.

[0023] At step S5, the parameter n when a body appears in a subtraction image is set to Nt_0 . At step S6, a body judges whether it is the road structure. For example, Nt_0 judges the body of the predetermined range (for example, the range of extent equivalent to the rate of a self-car) to be the road structure. In addition, you may constitute so that the bodies (a building, street LGT, etc.) which passing speed is the predetermined range and have a long vertical edge, and the bodies (road sign etc.) which appear periodically may be judged to be the road structures.

[0024] At step S7, magnitude (=height; for example, the number of pixels) of the body in the image is set to St_0 . At step S8, S after m predetermined values set up beforehand (t_0-m) is calculated, and difference ΔSt_0 with height St_0 when appearing for the first time at step S7 is calculated. This ΔSt_0 is equivalent to change of the height of per the unit time amount t , i.e., rate-of-change dS/dt of magnitude.

[0025] In step S9, the distance to the road structure is calculated using the aforementioned (several 2) formula (specifically the after-mentioned (several 3) type) from the change $\Delta S/dt$ (that is, dS/dt) and $Nt0$ of the vehicle speed V and the height per unit time amount. This relation serves as a property [like] at said drawing 2.

[0026] At step S10, the distance to a precedence vehicle is found by subtracting and adding the distance d to the road structure for which asked for difference (distance) d' of a location with the road structure in the location near it from the precedence vehicle called for on the screen, and the distance was asked at step S8.

[0027] If the distance d to the road structure currently observed is specifically acquired as shown in drawing 5, the datum line will be horizontally lengthened on the basis of the location of the road structure, and it will ask for the location of the precedence vehicle in a self-vehicle lane from the datum line. That is, the distance from a self-car to a precedence vehicle is found by making the location of the road structure into the criteria distance d , asking for distance d' to the tire of a car, and adding or subtracting d' from the datum line to d (it being $d-d'$ at the example of subtraction: drawing 5, if precedence vehicles are them from the road structure and it is addition and this side).

[0028] In drawing 5 (a), 0 is the scene where the path road surface of the road structure and the tire side of a precedence vehicle are the same. The example of drawing 5 shows the case where a precedence vehicle is in a location nearer than the road structure used as criteria. Thus, the distance from a self-car (camera) to the road structure is found, and even a precedence car calculates distance on the basis of the location of the road structure. The distance from the road structure (criteria location) to a precedence car is easily computable from the physical relationship on an image by the same approach (from the value and geometric parameter of what pixel exists in them or this side from a criteria location to calculation) as usual.

[0029] Conventionally, since the distance from a photography frame edge to a precedence car was simply found using the fixed parameter from the location on an image as equipment was shown in drawing 6 (a), if the include angle of a self-car changes with pitching, even if an actual distance does not change, the result of an operation of distance will change. Therefore, it was difficult to be stabilized and to find an exact distance. In this invention, as shown in drawing 6 (b), the road structure of immobilization is detected and the distance to the road structure is found. Since the estimate of the distance to the road structure is based on change of the magnitude of the road structure as mentioned above, even if pitching arises on a car, it is seldom influenced. Therefore, the distance to the road structure is an exact value. Since the distance to the precedence car which exists near the on the basis of this exact distance is found, the distance to a precedence car can also be found correctly.

[0030] Hereafter, presumption of the distance to the road structure is explained based on an example. As for the body of height h which exists in the front distance d at right angles to a road, the vertical image size l (the number of pixels which is in an objective copy) of L (the total number of pixels of the lengthwise direction of an image pick-up screen), then the above-mentioned body has [field angle / (angle of the medial axis of a camera, and a horizontal plane to make) / of a camera] the relation of the following (several 3) formula in the lengthwise direction image size of theta and an image pick-up side.

$$d = (L - h) / (\theta - l) \quad \text{--- (several 3)}$$

Therefore, if L and θ are specified from an image pick-up environment and l can be drawn from an image pick-up side, it can ask for d . In addition, since θ is generally as small as about 3 times, it sets with $\tan(\theta/2) \approx \theta/2$, and the above-mentioned formula is asking.

[0031] For example, while the self-car is running by 100 km/h, the case where the distance d from the location of a self-car at present to the road structure to measure is found is considered. As the road structure used as the mark for measuring distance, it considers as the street LGT which exists in a road side. Since the height of a street LGT changes with the classes, let it be Unknown h here. The field angle θ of the perpendicular direction of a camera shall be made into 3 times, and the image pick-up side (CCD pixel side) of a camera shall consist of pixels of the width 512x length 256 (therefore, $L = 256$). If the street LGT of this time above supports 20 pixels in a camera image pick-up side in the lengthwise direction ($l = 20$), since

it is $\theta = 3L = 256l = 20$ in the aforementioned formula (several 3), it is $d = (256xh)/(3 \times 20)$. — (several 4)

A next door and $d = 4.2h$ are obtained. Next, the observation same after 0.5 seconds is performed. In this case, since the self-car is running by 100 km/h, distance Δd which approached the street LGT in 0.5 seconds is set to $\Delta d = 0.5 \times (100000/3600) = 13.9\text{m}$. Here, when the street LGT approached in [above-mentioned] 0.5 seconds, suppose that the number of pixels of the perpendicular direction of the street LGT projected on the image pick-up side became 25 pixels. Therefore, the aforementioned (several 3) formula is $d = 13.9 = (256xh)/(3 \times 25)$ in this case.

Next door $d = 13.9 + (256xh)/(3 \times 25)$ — (several 5)

*****. $d = 69.5$ will be obtained, if h is eliminated from the above-mentioned (several 4) formula and a formula (several 5) and it asks for d . That is, it turns out that the distance from a self-car to the street LGT which is the road structure is 69.5m. If it applies to the aforementioned (several 2) formula, since it is 25 pixels after 0.5 seconds by 20 pixels at first, dS/dt will be 5. In the aforementioned velocity filter, if that to which change of a profile (height) became large in 0.5 seconds only in 5 could be seen, the distance from a self-car to a street LGT can be presumed to be 69.5m by the aforementioned explanation.

[0032] Finally, the road structure is explained. The passing speed on a screen can presume the body of the predetermined range to be the structure fixed near the road among the bodies detected in the field expected that the road structure as showed the road structure within the image to drawing 4 exists. That is, since the road structure is a body fixed to the perimeter of a road, as shown in drawing 4, it approaches at the same rate as a self-car in connection with existing in a road side on a screen, and a self-car moving. As the concrete road structure, it can set to the pole of the texture of a guard rail and a concrete side attachment wall, the texture of the front face of a sound-proof wall, a delineator, a streetlight, and a streetlight etc., for example. Moreover, the part into which the white line mark written to a path on the street broke off can serve as a reference object of distance. These bodies have high possibility of existing in the right lateral of a road, or a left lateral, as shown in drawing 4. Therefore, if the distance of the body which appeared with the velocity filter only about the field shown in drawing 4 is measured, the distance for the front can be observed by using the road structure as a reference object.

[Translation done.]

JAPANESE [JP,2003-247824,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Within the image pick-up means of the ocellus carried in the car, the speed sensor which detects the vehicle speed of a self-car, and the image obtained by said image pick-up means A structure distance presumption means to presume the distance from said image pick-up means to said structure based on a structure detection means to detect the structure fixed near the road, and the condition of image change of said structure and the vehicle speed of said self-car, Distance measuring equipment for mount equipped with an object distance presumption means to presume the distance from said image pick-up means to said body based on the physical relationship on the image of the body which exists in a transit on the street, and said structure on an image.

[Claim 2] Said structure detection means is distance measuring equipment for mount according to claim 1 with which the field expected that said structure exists within the image obtained with said image pick-up means is set up, and passing speed on a screen is characterized by presuming the body of the predetermined range to be the structure fixed near the road, and detecting it in the field.

[Claim 3] Said structure distance presumption means from the image obtained by said image pick-up means The time difference of the subtraction image at the time of carrying out sequential change of the time difference between two images at the time of asking for the subtraction image of two or more images serially picturized at intervals of predetermined time, and asking for a subtraction image, and the subtraction image of said structure appearing on an image, Distance measuring equipment for mount according to claim 1 characterized by presuming the distance from said image pick-up means to said structure based on change of the magnitude per unit time amount of the subtraction image in that case, and the vehicle speed of a self-car.

[Claim 4] Said object distance presumption means is distance measuring equipment for mount according to claim 1 characterized by presuming the distance from said image pick-up means to said body by subtracting and adding the distance of said body and structure in the distance from said image pick-up means which presumed the distance of said body and said structure from the physical relationship of the body detected on the image, and said structure, and was presumed with said structure distance presumption means to said structure.

[Translation done.]

JAPANESE [JP,2003-247824,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-247824

(P2003-247824A)

(43) 公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークシート [*] (参考)
G 0 1 C 3/06		G 0 1 C 3/06	Z 2 F 0 6 0
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 2 F 1 1 2
11/24		G 0 6 T 1/00	3 3 0 A 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	3 3 0	7/60	1 8 0 B 5 L 0 9 6
7/60	1 8 0	G 0 1 B 11/24	K
		審査請求 未請求 請求項の数 4	O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-45967(P2002-45967)

(22) 出願日 平成14年2月22日(2002.2.22)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 高橋 宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100076753

弁理士 和泉 良彦

最終頁に続く

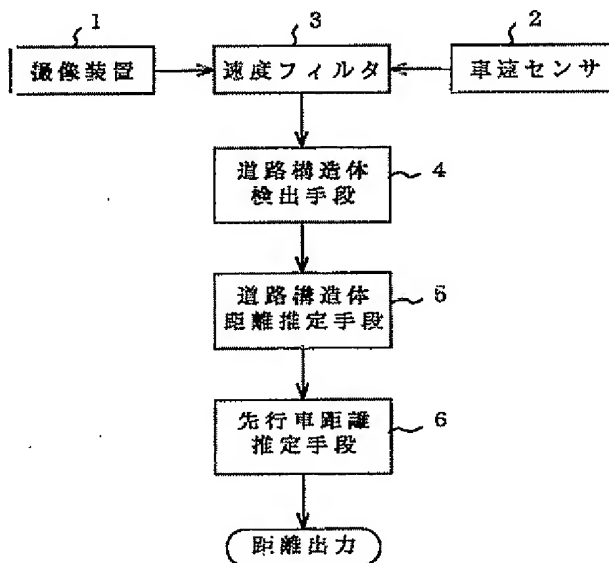
(54) 【発明の名称】 車載用測距装置

(57) 【要約】

【課題】従来の単眼式距離測定ではピッチングによって自車両の水平方向に対する角度が変化すると距離の計測値が変化してしまう。本発明では車両の姿勢変化があっても距離を正確に計測できる車載用測距装置を提供する。

【解決手段】撮像された画像内の物体（例えば先行車）までの距離を推定する際に、物体自体の画像内位置ではなく、物体の近傍にある道路近傍の構造体に着目し、構造体の見え方の変化（構造体が自車両に接近する時の絵の大きさの変化）に基づいて構造体までの距離を推定する道路構造体距離推定手段5を備え、その構造体の位置を基準位置として対象とする物体までの距離を推定する。そのため車両のピッチング等の姿勢変化に関わらず、距離を精度よく測定できる。

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項1】車両に搭載された単眼の撮像手段と、
 自車両の車速を検出する車速センサと、
 前記撮像手段によって得られた画像内で、道路近傍に固定された構造体を検出する構造体検出手段と、
 前記構造体の画像変化の状態と前記自車両の車速とに基づいて、前記撮像手段から前記構造体までの距離を推定する構造体距離推定手段と、
 画像上で走行路上に存在する物体と前記構造体との画像上の位置関係に基づいて前記撮像手段から前記物体までの距離を推定する物体距離推定手段と、
 を備えた車載用測距装置。

【請求項2】前記構造体検出手段は、前記撮像手段で得られた画像内で前記構造体が存在すると予想される領域を設定し、その領域内で、画面上の移動速度が所定範囲の物体を道路近傍に固定された構造体と推定して検出することを特徴とする請求項1に記載の車載用測距装置。

【請求項3】前記構造体距離推定手段は、前記撮像手段によって得られた画像から、所定時間間隔で時系列的に撮像された複数の画像の差分画像を求め、差分画像を求める際の二つの画像間の時間差を順次変化させ、前記構造体の差分画像が画像上に現われ始めた際の差分画像の時間差と、その際における差分画像の単位時間当たりの大きさの変化と、自車両の車速と、に基づいて、前記撮像手段から前記構造体までの距離を推定することを特徴とする請求項1に記載の車載用測距装置。

【請求項4】前記物体距離推定手段は、画像上で検出された物体と前記構造体との位置関係から前記物体と前記構造体との距離を推定し、前記構造体距離推定手段で推定した前記撮像手段から前記構造体までの距離に、前記物体と構造体との距離を加減算することにより、前記撮像手段から前記物体までの距離を推定することを特徴とする請求項1に記載の車載用測距装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車載用の測距装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電子式のカメラで撮像した画像を用いて距離を測る手法としては、複数のカメラからなるステレオカメラを用い、複数のカメラで同一物体を撮像したときの視差を用いて測距する方法が一般的である。一方、一つのカメラ（以下、単眼カメラと記す）によって得られた撮像画像内の物体の距離を算定する方法としては、撮像画像内で物体の特徴的な場所（たとえば画像内に写っている車両の後方2つのタイヤの道路設置面）を結んだ線分と撮像画面内の基準線（たとえば画像の下方水平線）との距離1（上記線分と基準線間の長さ：例えば画素数）を画像から計測し、カメラの画角やカメラ取り付け位置から幾何学的に決定される固定パラメータを用い

て、上記の距離1を空間的なカメラと物体までの距離dに一意に換算する方法がある。このような単眼カメラを用いる方法は、前記のステレオカメラを用いる方法よりも、カメラが一つで構造が簡単であり、かつ、計算処理量も多くないので、簡便であるという特徴がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のような単眼カメラを用いる測距方法は、本質的には3次元情報を2次元情報として平面内に投影した物体の位置関係から距離を算定する構成となっているので、距離を算定するための前提となる幾何学的なパラメータが変化すると、測距の値が大きく変化するという問題を有している。特に、車載用の測距装置においては、車両の挙動変化によって幾何学パラメータが大きく変化するので影響が大きい。たとえば、自車両が加速すると車両前部が上方を向くので、先行車と自車両の位置が変化しなくても、画像面上では先行車が下方に移動するため、距離が見かけ上短くなる。逆に、自車両がブレーキをかけると、車両前部が沈み込むため、視覚的に遠方の先行車は画面上方に移動し、距離を実際よりも遠方に推定してしまう。このようにピッチングによって自車両の水平方向に対する角度が変化すると距離の計測値が変化してしまうという問題があった。

【0004】本発明は、上記のごとき従来技術の問題を解決するためになされたものであり、車両の姿勢変化があっても距離を正確に計測することの出来る車載用測距装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明においては特許請求の範囲に記載するように構成している。すなわち、請求項1においては、車両に搭載された単眼の撮像手段と、自車両の車速を検出する車速センサと、前記撮像手段によって得られた画像内で、道路近傍に固定された構造体を検出する構造体検出手段と、前記構造体の画像変化の状態と前記自車両の車速とに基づいて、前記撮像手段から前記構造体までの距離を推定する構造体距離推定手段と、画像上で走行路上に存在する物体と前記構造体との画像上の位置関係に基づいて前記撮像手段から前記物体までの距離を推定する物体距離推定手段と、を備えるように構成している。

【0006】また、請求項2に記載のように、前記構造体検出手段は、前記撮像手段で得られた画像内で前記構造体が存在すると予想される領域を設定し、その領域内で、画面上の移動速度が所定範囲の物体を道路近傍に固定された構造体と推定して検出するように構成している。

【0007】また、請求項3に記載のように、前記構造体距離推定手段は、前記撮像手段によって得られた画像から、所定時間間隔で時系列的に撮像された複数の画像の差分画像を求め、差分画像を求める際の二つの画像間

の時間差を順次変化させ、前記構造体の差分画像が画像上に現われ始めた際の差分画像の時間差と、その際における差分画像の単位時間当たりの大きさの変化と、自車両の車速と、に基づいて、前記撮像手段から前記構造体までの距離を推定するように構成している。

【0008】また、請求項4に記載のように、前記物体距離推定手段は、画像上で検出された物体と前記構造体との位置関係から前記物体と前記構造体との距離を推定し、前記構造体距離推定手段で推定した前記撮像手段から前記構造体までの距離に、前記物体と構造体との距離を加減算することにより、前記撮像手段から前記物体までの距離を推定するように構成している。

【0009】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、撮像された画像内の物体（例えば先行車）までの距離を推定する際に、物体自体の画像内位置ではなく、物体の近傍にある道路近傍の構造体に着目し、構造体の見え方の変化（構造体が自車両に接近する時の絵の大きさの変化）に基づいて距離を推定し、その構造体の位置を基準として対象とする物体までの距離を推定するように構成している。そのため、車両のピッチング等の姿勢変化に関わらず、距離を精度よく測定することができる。なお、接近する物体の画像内における像の大きさの変化に着目しただけでなく、その物体として道路近傍に静止している街灯やデリニエータなどの道路構造体を用いたことにより、精度よく測距のためのリファレンス対象を発見することができるという特徴がある。

【0010】請求項2においては、撮像手段で得られた画像内で構造体が存在すると予想される領域を設定し、その領域内で、画面上の移動速度が所定範囲の（例えば自車両と同じ速度で接近する）物体を道路近傍に固定された構造体と推定するので、容易で確実に構造体を検出することが出来、かつ、演算量を少なくすることが出来る。

【0011】また、請求項3においては、差分画像の大きさの変化は車両の姿勢に影響されないので、車両のピッチング等の姿勢変化に関わらず、距離を精度よく測定することができる。

【0012】また、請求項4においては、正確に検出された構造体までの距離を基準として先行車等の物体までの距離を推定するので、車両のピッチング等の姿勢変化に関わらず、距離を精度よく測定することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施例を示すブロック図である。図1において、撮像装置1は車両に搭載され、車両前方の画像を撮像する。車速センサ2は自車両の車速を計測するものであり、例えば車輪速パルス計である。また、速度フィルタ3、道路構造体検出手段4、道路構造体距離推定手段5および先行車距離推定手段6は、例えばマイクロコンピュータとその付属部品か

ら構成される。なお、上記の3～6の詳細については後述する。

【0014】撮像装置1として用いる撮像デバイスとしては、一般的にはCCDなどが知られている。本発明ではCCDを用いてもよいが、できれば1フレームあたりの撮像時間が1ms程度の高速イメージャが適している。高速イメージャとしては、例えば「小室孝、鈴木伸介、石井抱、石川正俊“汎用プロセッシングエレメントを用いた超並列、超高速ビジョンチップの設計”電子情報通信学会論文誌, Vol. J81-D-I, No2, pp. 70-76, 1998」に記載された装置がある。このような高速イメージャを用いることにより、速い動きのある物体でも正確に撮像することができる。こうした撮像装置1から得られた画像信号は、速度フィルタ2に入力される。

【0015】以下、速度フィルタ2について説明する。なお、速度フィルタの技術については本出願人が既に出願（特願2001-236595号）している。速度フィルタ2は、基本的には、時間的な差分画像処理を行う手段であり、これを使用するときには自車速が必要なので、車速センサ3（例えば車輪速パルス計）から自車速を入力する。撮像装置1において、1フレームが、仮に1msで撮像できるとし、1msごとに多数のフレーム画像を入力する。このとき、時刻 t_0 のフレーム画像を $F(t_0)$ とし、1ms前のフレーム画像は、 $F(t_0 - 1)$ と表現する。よって、 t_0 のフレームから N ms前のフレーム画像は、 $F(t_0 - N)$ で表すことが出来る。このとき、画像上で静止またはゆっくりした動きをする物体（例えば自車両と同じ程度の速度で移動している他車両等）は、 $F(t_0)$ でも $F(t_0 - 1)$ でも、画像上のほぼ同じ場所に存在する。よって、 $F(t_0) - F(t_0 - 1)$ の差分画像処理を行うと、ほぼ同じ場所にあるため、差分画像には像が残らない。しかし、十分大きな N を用い、 $F(t_0) - F(t_0 - N)$ にすれば、両フレームにおいて物体の位置が異なるであろうから、差分画像処理をしても物体の像が現れる。このように、上記 N を適当に取ることによって、画像上である速さ以上で動いている物体を差分画像内に表示することができる。ここで、 N を1から所定の値までスイープすることによって、差分処理画像内に見え始めた物体の画像上の移動速度は、見え始めたときの N によって推定することができる。このように速度フィルタ2を用いることにより、画像内で任意の移動速度を有する物体を検出することが出来、また、画像内での移動速度の大きな物体と移動速度の小さな物体とを区別することが出来る。

【0016】次に、本発明における道路構造体までの距離推定の原理を説明する。自車両の移動に応じて、道路上に静止している電灯、標識などの道路構造体は、画像上では等価的に自車両の速度で接近してくる。一般的に、直線道路を前提としたとき、近傍の物体は、接近に

よって急激にその輪郭などが大きくなるが、遠方の物体は、接近に伴って急激には物体輪郭が大きくなる。すなわち、自車速度を V とし、道路上の検出対象を静止物（画像上では移動する）に限定するならば、輪郭が単位時間ごとに大きくなる速さ（ dS/dt ）は、

$$dS/dt = G(N, V, d) \quad \dots (数1)$$

で表される。ただし、 d は静止物とカメラの間の距離である。この変化は、幾何学的に双曲線としてあらわされるが、前記速度フィルタにおいて差分するフレームを逐次増加してゆき、何フレームの差分画像から像が現れるかを観察する。このとき、何フレームの差分画像で見え始めるかは、静止物とカメラの間の距離 d と、車が静止物に接近する速さ V と、によって算定される。

【0017】ここで、距離 d が含まれるのは、先述したように、遠方の物体は、大きさの変化が小さいので、等価的に低い速度（ N が大きい）で、像が現れる。一方、距離 d が近ければ、大きさの変化は大きく、少ないフレーム（ N が小）間で差分画像内に物体が現れる。以上の関係を図2に示す。ここで、もし、対象が道路構造体であり、静止しているものであることが前提としてわかっているならば、前記（数1）式において、 dS/dt は、 N をスイープして見え始めたときの大きさ変化であり、これは画像から測定することができる既知量である。幾何学的に上記の式が一意に設定されることから、 dS/dt 、 N 、 V がわかれば、 d が計算できる。つまり、

$$d = H(N, V, (dS/dt)) \quad \dots (数2)$$

として算出することができ、距離 d を推定することができる。

【0018】本発明においては、画面上で道路構造体が存在すると予想される領域（詳細後述）を設定し、その領域内で、移動速度が所定範囲（例えば、構造物に自車両が接近する速度：対象が固定物であるから自車速に相当）の物体を道路構造体（道路近傍に存在する固定の構造物）と推定し、前記の方法でその道路構造体までの距離 d を推定する。そして画面上で検出した先行車（あるいはその他の物体：障害物等）と道路構造体との間隔 d' を画像上で求め、上記の距離 d に加算または減算（先行車が道路構造体より先方なら加算、手前なら減算）することにより、自車両から先行車までの距離（ $d \pm d'$ ）を求めるように構成している。

【0019】上記のように、道路構造体までの距離の推定値は、道路構造物の大きさ（例えば縦の長さ：画素値）の時間的な変化に基づいているので、車両がピッチングしても、あまり影響を受けない。そしてその推定値を基準として、そこから先行車までの距離を画面上で推定するので、先行車までの距離を安定して推定することが可能になる。したがって従来のように単にカメラの画角やカメラ取り付け位置から幾何学的に決定される固定パラメータを用いて求めた距離のように、車両のピッチ

ングによって影響されることなく、常に正確な距離を推定することが出来る。

【0020】図3は、上記の演算処理を示すフローチャートである。図3において、まず、ステップS1では、前方の道路状況を撮像する。この撮像画像を $F(t_0)$ とする。ステップS2では、過去の撮像画面を1単位時間だけ戻して、 $F(t_0 - 1)$ から $F(t_0 - N)$ までとして蓄積する。すなわち、ステップS1で撮像前の前回のサイクルにおける $F(t_0)$ を $F(t_0 - 1)$ として格納し直し、前回のサイクルにおける $F(t_0 - N)$ は、ステップS1のステップにおける撮像後破棄され、撮像前に $F(t_0 - N + 1)$ だった画像が、ステップS1の撮像後に $F(t_0 - N)$ として蓄積される。

【0021】ステップS3では、道路構造体を検出するためのマスク処理を行う。つまり、画面上で道路構造体が存在すると予想される領域のみを道路構造体検出領域として残す。この領域は、例えば図4に示すように、道路の両端を示す白線や溝等の上方の領域である。

【0022】ステップS4では、差分間隔を変化させて差分画像を観測する。具体的には、差分間隔を n とすれば、ステップS2によって蓄積された撮像画像において、 $\Delta F_n(t_0) = F(t_0) - F(t_0 - n)$ を算定する。ただし、 n は、 N に対して十分小さな値であり、 n が差分間隔に対応している。ステップS4では、 n を小さな値から大きな値に徐々にスイープし、差分画像に物体の絵が現れるか否かを観察する。

【0023】ステップS5では、差分画像内に物体が現れた時のパラメータ n を Nt_0 とする。ステップS6では、物体が道路構造体か否かを判断する。例えば、 Nt_0 が所定範囲（例えば自車両の速度に相当する程度の範囲）の物体を道路構造体と判断する。なお、移動速度が所定範囲で、かつ、長い縦エッジを持つ物体（建物や街路灯など）や周期的に出現する物体（道路標識等）を道路構造体と判断するように構成してもよい。

【0024】ステップS7では、その画像内の物体の大きさ（＝高さ：例えば画素数）を St_0 とする。ステップS8では、あらかじめ設定してある所定値 m フレーム後の $S(t_0 - m)$ を算定し、ステップS7で初めて出現したときの高さ St_0 との差 ΔSt_0 を求める。この ΔSt_0 は単位時間当たりの高さの変化、つまり大きさの変化率 dS/dt に相当する。

【0025】ステップS9では、車速 V 、単位時間当たりの高さの変化 ΔSt_0 （つまり dS/dt ）、および Nt_0 より、前記（数2）式（具体的には後記（数3）式）を用いて道路構造体までの距離を算定する。この関係は前記図2のような特性となる。

【0026】ステップS10では、画面上で求められた先行車に対して、それに近い位置にある道路構造体との位置の差（距離） d' を求め、その距離にステップS8で求めた道路構造体までの距離 d を加減算することによ

って先行車までの距離を求める。

【0027】具体的には、図5に示すように、注目している道路構造体までの距離 d が得られたら、道路構造体の位置を基準として、水平方向に基準線を伸ばし、その基準線に対して自車レーン内の先行車の位置を求める。すなわち、道路構造体の位置を基準距離 d とし、その基準線から車両のタイヤまでの距離 d' を求め、 d に d' を加算または減算（先行車が道路構造体より先方なら加算、手前なら減算：図5の例では $d-d'$ ）することにより、自車両から先行車までの距離を求める。

【0028】図5(a)において、0は、道路構造体の道路面と先行車のタイヤ面が同一の場面である。図5の例は、基準となる道路構造体よりも近い場所に先行車がある場合を示している。このように自車両（カメラ）から道路構造体までの距離を求め、道路構造体の位置を基準として先行車両までの距離を算定する。道路構造体（基準位置）から先行車両までの距離は画像上の位置関係から従来と同様の方法（基準位置から何画素だけ先方または手前に存在するか値と幾何学的パラメータから算出）で容易に算出することが出来る。

【0029】従来装置においては、図6(a)に示すように、単純に画像上の位置から固定パラメータを用いて、撮影フレーム端から先行車両までの距離を求めているので、ピッチングによって自車両の角度が変化すると、実際の距離が変化しなくとも距離の演算結果が変化してしまう。そのため正確な距離を安定して求めることが困難であった。本発明においては、図6(b)に示すように、固定の道路構造体を検出し、その道路構造体までの距離を求めている。道路構造体までの距離の推定値は、前記のように道路構造体の大きさの変化に基づいているので、車両にピッチングが生じてもあまり影響を受けない。したがって道路構造体までの距離は正確な値である。この正確な距離を基準として、その付近に存在する先行車両までの距離を求めるので、先行車両までの距離も正確に求めることが出来る。

【0030】以下、道路構造体までの距離の推定を具体例に基づいて説明する。前方距離 d に道路に垂直に存在する高さ h の物体は、カメラの画角（カメラの中心軸と

$$d = 13.9 + (256 \times h) / (3 \times 25) \quad \dots (数5)$$

が得られる。上記(数4)式と(数5)式から h を消去して d を求めれば、

$$d = 69.5$$

が得られる。つまり、自車両から道路構造体である街路灯までの距離は69.5mであることが判る。前記(数2)式に当て嵌めれば、最初20画素で0.5秒後に25画素になっているから、 dS/dt は5である。前記の速度フィルタにおいて、0.5秒で、輪郭（高さ）の変化が5だけ大きくなったものが見えたとすれば、前記の説明により、自車両から街路灯までの距離は69.5mと推定することが出来る。

水平面とのなす角)を Θ 、撮像面の縦方向画像サイズを L （撮像画面の縦方向の全画素数）とすれば、上記物体の縦画像サイズ l （物体の写っている画素数）とは、下記(数3)式の関係がある。

$$d = (L \cdot h) / (\Theta \cdot l) \quad \dots (数3)$$

よって、撮像環境から L 、 Θ が規定され、撮像面から l が導き出せれば、 d を求めることが出来る。なお、上記の式は、 Θ が一般に3度程度と小さいので、 $\tan(\Theta/2) = \Theta/2$ とおいて求めている。

【0031】例えば、自車両が100km/hで走行しているときに、現時点における自車両の位置から、測定したい道路構造体までの距離 d を求める場合について考える。距離を測定するための目印となる道路構造体としては、路側に存在する街路灯とする。街路灯の高さは、その種類によって異なるため、ここでは未知数 h とする。カメラの垂直方向の画角 Θ を3度とし、カメラの撮像面（CCD画素面）が横512×縦256の画素から構成（したがって $L=256$ ）されているものとする。このとき上記の街路灯がカメラ撮像面において、縦方向に20画素に対応している（ $l=20$ ）とすれば、前記の(数3)式において、

$$\Theta = 3$$

$$L = 256$$

$$l = 20$$

であるから、

$$d = (256 \times h) / (3 \times 20) \quad \dots (数4)$$

となり、 $d = 4.2h$ が得られる。次に、0.5秒後に同じ観測を行う。この場合、自車両は100km/hで走行しているため、0.5秒で街路灯に接近した距離 δd は、

$$\delta d = 0.5 \times (100000 / 3600) = 13.9 \text{ m}$$

となる。ここで、上記0.5秒間で街路灯が接近したことにより、撮像面上に投影された街路灯の垂直方向の画素数が25画素になったとする。したがって、この場合には、前記(数3)式は

$$d - 13.9 = (256 \times h) / (3 \times 25)$$

となり、

【0032】最後に、道路構造体について説明する。道路構造体は、画像内で図4に示したような道路構造体が存在すると予想される領域内で検出された物体のうちで、画面上の移動速度が所定範囲の物体を道路近傍に固定された構造体と推定することができる。つまり、道路構造体は、道路周囲に固定された物体であるから、図4に示したように、画面上で道路の側に存在し、かつ、自車両が移動するのに伴って、自車両と同じ速度で近寄って来るものである。具体的な道路構造体としては、例えば、ガードレール、コンクリート側壁のテクスチャ、防音壁の表面のテクスチャ、デリニエータ、街灯、街灯の

ポールなどに設定することが出来る。また、道路上に書かれた白線マークの途切れた部分なども距離の参照物となりうる。これらの物体は、図4に示したように、道路の右側面、もしくは左側面に存在する可能性が高い。よって、図4に示す領域のみについて速度フィルタによって出現した物体の距離を測定すれば、道路構造体を参照物として、前方対象の距離を観測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すブロック図。

【図2】接近によって対象物が大きくなる速さ (dS/dt) と画像上の対象物までの距離 d との関係を示す特性図。

【図3】道路構造体までの距離の演算処理を示すフロー

チャート。

【図4】道路構造体の検出領域を示す図。

【図5】検出した道路構造体を基準位置として先行車両までの距離算出を示す図。

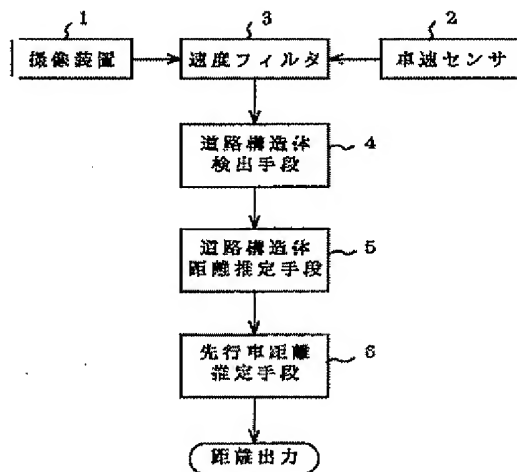
【図6】従来例と本発明における距離算出の差異を説明するための図。

【符号の説明】

- | | |
|---------------|-------------|
| 1…撮像装置 | 2…車速センサ |
| 3…速度フィルタ | 4…道路構造体検出手段 |
| 5…道路構造体距離推定手段 | 6…先行車距離推定手段 |

【図1】

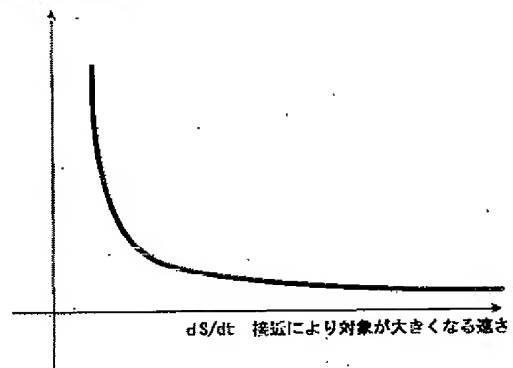
(図1)



【図2】

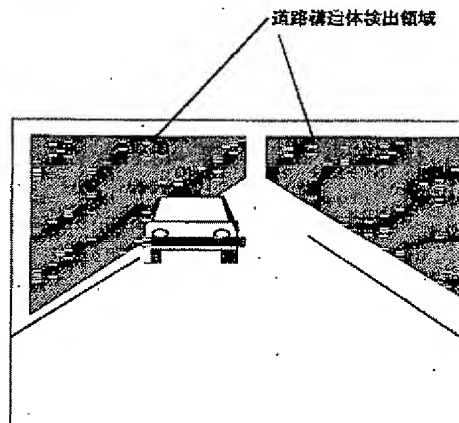
(図2)

d : 画像上の対象物までの距離



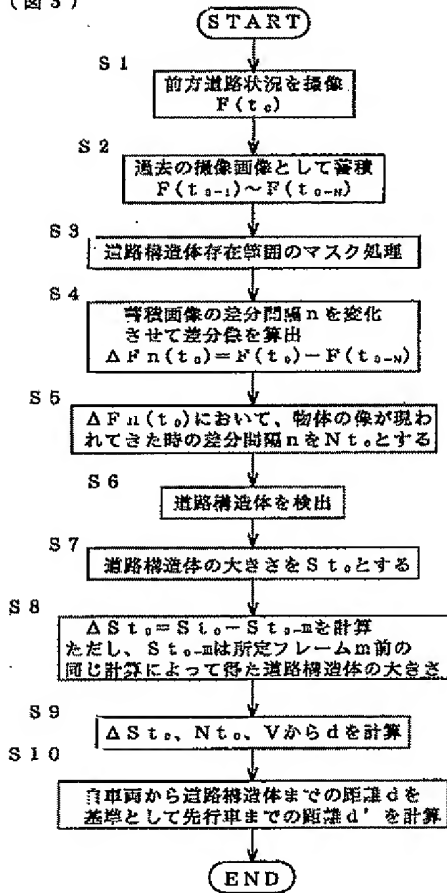
【図4】

(図4)



【図3】

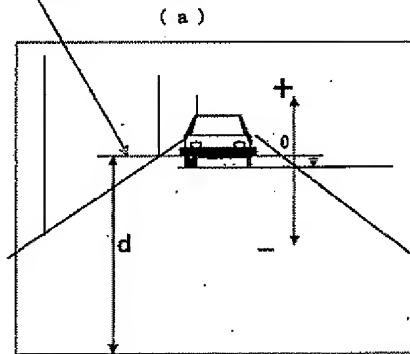
(図3)



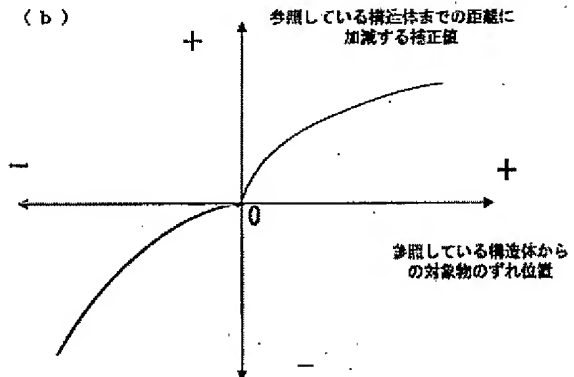
【図5】

(図5)

道路構造物(道路灯電柱) 間での距離が算定



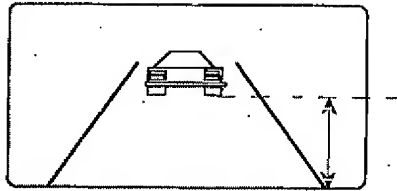
(b)



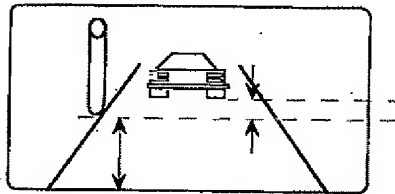
【図6】

(図 6)

(a)



(b)



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA09 AA17 AA20 AA51
BB05 BB15 CC11 CC14 DD11
EE05 FF04 FF64 JJ03 JJ26
QQ13 QQ24 QQ28 QQ31 QQ33
2F112 AD10 BA05 CA05 FA03 FA32
FA35 FA45
5B057 AA16 CA12 CA16 DB02 DC03
5L096 CA02 FA66 GA08 JA11